



NEUSBED

J. Raúl Crespo, Heidelberg Materials Hispania

02/04/2025

Escalado de la mineralización por carbonatación acelerada de corrientes residuales mediante reactor HECO®

Escalado del concepto NEUCLICEM a planta piloto semi-industrial con operación en batch y continuo

Objetivos del proyecto:

- Verificar el potencial de uso del reactor HECO® para la mineralización de fracciones granulares potencialmente carbonatables. Captura de CO₂.
- Definir las condiciones de operación que ofrezcan mayor eficiencia en la captura de CO₂ en flujos reales
- Determinar las bases ingenieriles para su escalado a una planta industrial



NEUCLICEM. Concepto de partida

CAPTURA (captura de CO₂ y almacenamiento en material alcalino)

- En reciclado fino de hormigón (pasta RCD): 50 g CO₂/kg
- En escoria blanca de acería: 150 g CO₂/kg*

(*~30% del máximo teórico calculado mediante la fórmula de Steinour; estimación mediante mineralógico DRX, de fases carbonatables y amorfo)

DIGITALIZACIÓN (optimización del proceso): Herramientas digitales para IA

Evidencias de optimización del proceso mediante:

- Sensórica hiperspectral (HSI)
- RAMAN

USO (Desarrollo de productos): HRB

- HRB con < 30% clinker
- 350,4 kg CO₂/t | -9% que un HRB E 2 equivalente con SCM tradicionales
- Reducción de consumo de materias primas naturales: 270 kg/t
- Residuos no enviados a vertedero: 257 kg/t



EUSKO JAURLARITZA

EKONOMIAREN GARAPEN,
JASANGARRITASUN ETA
INGURUMEN SAILA
Ingurumen Jasangarritasuneko



Europar Batasuna
Unión Europea

Fondo Europeo de
Desarrollo Regional (FEDER)
"Una manera de hacer Europa"

Eskualde Garapenerako
Europar Funtsa (EGEF)
"Europa egiteko modu bat"

GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD Y
MEDIO AMBIENTE
Viceconsejería de Sostenibilidad
Ambiental



tecna:la

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE



Condiciones de operación en NEUSBED. Carbonatación directa gas/sólido en reactor HECO® Condiciones de operación

2021 – 2022. Etapa intermedia NEUCLICEM – NEUSBED.

Ensayos con Escoria Blanca Acero Común (LFS) y Reciclado de pasta de cemento (RCP)

6 protocolos batch: humedad del sólido: 1 / 10%; CO₂ 100% (seco y húmedo); granul. < 200 µm; 18-20 kg/batch; T^a 20°C

NEUSBED. Ensayos avanzados con LFS < 4 mm

Condiciones en batch:

3 Protocolos

Carbonatación con flujo de gas CO₂: 14% / 20%.

Caudal 100 / 150 Nm³/h

Humedad sólido: 15 / 30%

Cantidades 15 / 20 kg/batch

T^a: 120 °C

Condiciones en continuo:

8 Protocolos

Carbonatación con flujo de gas CO₂: 14,3 / 20 / 25 %

Caudal aire: 75 / 120 / 150 Nm³/h

Humedad sólido: 3 / 10 / 13 %

Cantidades 20 / 30 / 50 / 100 / 110 / 200 kg/h

T^a: 120 °C

Condiciones de operación en NEUSBED. Carbonatación directa gas/solido Resultados

2021 – 2022: Previa a NEUSBED. Captura CO2 ensayos de concepto NEUSBED (HECO®)
RCP: 120 g CO2 eq/kg / LFS: 134 g CO2 eq/kg

NEUSBED

Protocolo en continuo en condiciones simulando un flue-gas cementera	4	4b	7
Captura (g CO2 eq/kg LF)	37	42	74
Huella de carbono [ACV: A1, A2, C3] (kg CO2 eq/ t LF mineralizada)	1,3	-3,3	-32,5

HRB:

Fabricados con LF mineralizada protocolos (4 y 4b): Sustitución 5% clinker y 4,3 / 10% CV
Productos aptos comercialmente

Reducción Huella de carbono vs patrón	9,2 -9,7 %
Reducción consumo MMPP vs patrón	175 kg/t HRB

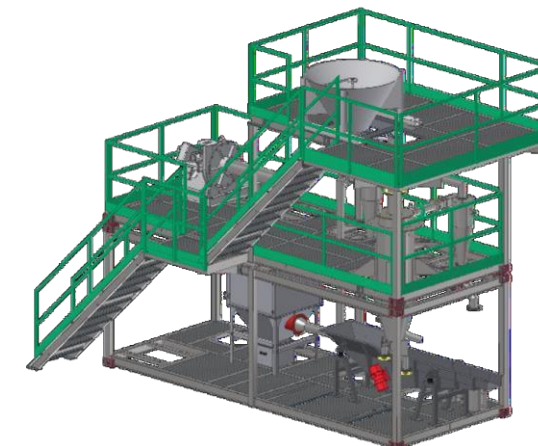


Evolución NEUSBED

Planta piloto industrial portatil

Planta para seguir optimizando el proceso y reducir riesgos de implantación

- Profundizar en la influencia de los principales parámetros de optimización: granulometría, humedad del sólido/proceso. Integración de sistemas digitales para el control de la carbonatación
- Estudios ingenieriles para aprovechamiento directo del flue-gas de chimenea de procesos, que implicará un mucho mayor caudal disponible.
- En el caso de uso como SCM: ampliación del estudio de dosificación con material industrial real.
- Validación de las hipótesis económicas favorables analizadas en NEUSBED:
 - ☐ 53.760 t/año de material a carbonatar
 - ☐ 5.000 t/año fabricación de HRB
 - ☐ Considerando ahorro por el no pago CO2 emitido



Escenario (captura g CO2 eq/kg)	74	100
Payback (años)	5,2	3,9



2025 BASQUE CIRCULAR SUMMIT



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

INDUSTRIA, TRANSIZIO
ENERGETIKO ETA
JASANGARRITASUN SAILA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA,
TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y
SOSTENIBILIDAD

#BCS2025

basquecircularsummit.eus